



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

# Caracterização de óleos vegetais comestíveis

## *Characterization of Edible Vegetable Oils*

Viviane Prima Benetti (orientado) \*, Leandro Herculano da Silva (orientador) †,  
Alex Sanches Torquato ‡

### RESUMO

Os Óleos Vegetais (OV) geralmente são extraídos das sementes das plantas, os quais podem ser aproveitados na culinária, a qualidade do óleo a ser consumido depende de todas as etapas de produção. Por isso, quando o armazenamento e o processamento são realizados em más condições, podem ocorrer problemas, que afetam diretamente nas propriedades do óleo. O objetivo deste trabalho é investigar e explorar as propriedades das amostras de OVs, com o intuito de compreender a melhor maneira de utilizar os diferentes tipos de óleos e substâncias que fazem parte da composição do produto, os quais, devem contribuir positivamente para uma dieta saudável. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste projeto foi experimental, exploratória e bibliográfica, em que realizou-se as seguintes análises: Índice de acidez, índice de iodo, índice de refração, tocoferóis, determinação de ácidos graxos, espectroscopia no infravermelho, índice de estabilidade oxidativa e viscosidade. Os resultados obtidos atingiu o esperado ao realizar o trabalho, pois foi possível determinar as características de cada óleo. Conclui-se que a pesquisa foi de grande valia tanto para o projeto quanto para aprendizagem dos pesquisadores.

**Palavras-chave:** : análises, determinação, óleos vegetais.

### ABSTRACT

Vegetable Oils (VO) are usually extracted from plant seeds, which can be used in cooking, the quality of the oil to be consumed depends on all stages of production. Therefore, when storage and processing are carried out in poor conditions, problems can occur, which directly affect the properties of the oil. The objective of this work is to investigate and explore the properties of OV samples, with relevance to understanding the best way to use the different types of oils and substances that are part of the product composition, as well as which ones should contribute positively to a healthy diet. A methodology used for the development of this project was experimental, exploratory and bibliographic, in which the following analyzes were performed: acidity index, iodine index, refractive index, tocopherols, fatty acid determination, infrared spectroscopy, stability index oxidized and viscosity. The results obtained reached what was expected when carrying out the work, as it was possible to determine the characteristics of each oil. It is concluded that the research was of great value both for the project and for the researchers' learning.

**Palavras-chave:** : análises, determinação, óleos vegetais

## 1 INTRODUÇÃO

Os Óleos Vegetais (OV) comestíveis geralmente são extraídos das sementes das plantas em que cerca de 60% da produção é utilizada na culinária, tonando-se assim parte da dieta humana (ULIANA,2016). A qualidade do óleo a ser consumido depende de todas as etapas de produção. Por isso, quando o armazenamento e o processamento são realizados em más condições, podem ocorrer problemas, que afetam diretamente nas propriedades do óleo (MATTIONI,2010). Existem diversos tipos de óleos no mercado, deste modo faz-se importante analisar especificamente as características particulares de cada amostra com o intuito de verificar os benefícios (quando utilizados da forma correta) ou malefícios (quando utilizados de forma incorreta) que os OVs podem causar.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é investigar e explorar as propriedades das amostra de OVs, com a finalidade de compreender a melhor maneira de utilizar os diferentes tipos de óleos e as substâncias que fazem parte da composição do produto, as quais, devem contribuir positivamente para uma dieta saudável. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste projeto foi experimental, exploratória e bibliográfica, em que realizou-se as seguintes análises: Índice de acidez, índice de iodo, índice de refração, tocoferóis, determinação de ácidos graxos, espectroscopia no infravermelho, índice de estabilidade oxidativa e viscosidade.

\* Departamento Acadêmico de Química; viviane\_benetti14@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1972-5226>.

† Departamento Acadêmico de Física; leandroh@utfpr.edu.br; <https://orcid.org/0000-0000-0000-0002>.

‡ Departamento Acadêmico de Química; alexstorquato@utfpr.edu.br; <https://orcid.org/0000-0000-0000-0003>.



cártamo, óleo de gergelim, óleo de linhaça marrom, óleo de prímula, óleo de semente de abóbora, óleo de soja, óleo de algodão, óleo de arroz, óleo de chia, óleo de girassol, óleo de linhaça dourada, óleo de noz pecã e óleo de canola. Todos os óleos foram adquiridos da indústria de alimentos Pazze, que extrai o óleo das sementes/frutos por meio de prensagem a frio e sem a adição de conservantes.

A caracterização físico-química dos óleos vegetais estudados, foi realizada por meio da determinação das seguintes propriedades: índice de acidez, índice de iodo, índice de refração, perfil de tocoferóis, perfil de ácidos graxos, índice de estabilidade oxidativa e viscosidade. Além disso, foram obtidos os espectros no infravermelho por meio da técnica de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR).

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Índice de acidez

Para a determinação do índice de acidez, utilizou-se como base a normativa AOCS - Ca 5a 40 (ARICETTI, 2010), qual se baseia na determinação da concentração de ácido oleico livre. Para isso, foi adicionado 75 mL de álcool etílico em Erlenmeyer de 125 mL, e submetido a aquecimento em chapa elétrica até o início da ebulição. Em seguida foi pesado com o auxílio da pipeta automática, cerca de 7 g da amostra de óleo vegetal em balança analítica, e anotado o peso para consecutivos cálculos. Posteriormente, adicionou-se ao Erlenmeyer contendo a amostra, 75 mL de álcool etílico neutralizado e 2 mL de Fenolftaleína. Imediatamente titulou-se com NaOH, utilizando agitador magnético com aquecimento até o aparecimento da coloração levemente rósea (a qual deveria persistir por 30 segundos), e foi anotado o volume gasto de NaOH na titulação.

### 2.2 Índice de iodo

Há diversos métodos para determinar o IO em uma amostra de óleo ou gordura vegetal, porém o mais utilizado é o de Wijs, pois este apresenta bons resultados analíticos, sendo eles: replicabilidade, repetibilidade e reprodutibilidade (LANDERS; RATHMANN, 1981). Porém, a solução de Wijs é tóxica e requer alguns cuidados redobrados ao realizar a análise, por isso, optou-se em utilizar um método mais seguro para determinar o índice de iodo, o qual será realizado com a substituição do reagente de Wijs, por uma solução de iodo em etanol (SHIMAMOTO G. G. AND ARICETTI; TUBINO, 2016). Pesou-se, em um erlenmeyer (500 mL), aproximadamente de 0,15 g da amostra de óleo, adicionou-se 15 mL de álcool etílico mantendo sob agitação máxima por 5 minutos. Após esse intervalo de tempo, foi acrescentado 20 mL da solução de iodo e agitado por mais 5 minutos, com a subsequente adição de 200 mL de água destilada (a temperatura de 5 °C) e agitado suavemente por 5 minutos, afim de evitar a perda de  $I_2$ . Finalizado o tempo de agitação, realizou-se a titulação com tiosulfato de sódio, até a cor da solução mudar de marrom para amarela. Atingido essa coloração, adicionou-se 3 mL do indicador de amido, que muda a coloração da solução de amarela para azul. Após adicionar o indicador de amido, continuou-se a titulação até o desaparecimento da coloração azul e o surgimento de uma solução de aparência leitosa. Anotando o valor gasto do volume do titulante e a massa de amostra. O mesmo procedimento foi realizado para a amostra que não possui óleo vegetal, chamada de amostra de referência, ou simplesmente “branco”.

### 2.3 Índice de refração

A determinação do índice de refração foi realizada por meio de um refratômetro de Abbe (Instrutherm, RTA-100) acoplado a um banho termostatizado.

Inicialmente ligou-se os equipamentos (Refratômetro, lâmpada e banho termostatizado) e aguardou-se o refratômetro esfriar a temperatura de 20 °C com o auxílio do banho termostatizado, em seguida pingou-se duas gotas do óleo na lente do equipamento e esperouse aproximadamente 3 minutos para que a temperatura do óleo chegasse a 20 °C, posteriormente ajustou-se o foco do instrumento e realizou-se a medida. Para cada amostra,



foi necessário realizar a limpeza da lente com álcool etílico e papel macio. Repetiu-se três vezes o procedimento para cada tipo de óleo.

## 2.4 Tocoferóis

Existem diversas técnicas que podem ser empregadas para realizar a análise e quantificação de tococromanóis, porém a mais utilizada é a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC ou CLAE), pois esta é considerada a mais eficiente para a determinação de tocoferóis, já que é capaz de separa-los individualmente e não apenas medir ostocoferóis totais presente na amostra (BANSAL,2010).

Pesou-se em triplicata cerca de 0,05 g de óleo vegetal em balança analítica (anotou-se a massa para posteriores cálculos), nos vials de 1,5 mL, e acrescentou 1,5 mL de isopropanol, o qual foi utilizado por apresentar grande capacidade em dissolver óleos e/ou gorduras e por ser compatível com a fase móvel selecionada para a análise de cromatografia líquida, logo após as amostras foram homogenizadas e guardadas em geladeira até a análise. Para a amostra de óleo de Gergelim, foi necessário pesar aproximadamente 2,5 g e dissolver em 2,5 mL de isopropanol, feito esta solução, passou-se 1,5 mL para os vials, isso ocorreu por não ser possível detectar e quantificar a presença de tocoferóis com a massa inicial de 0,05 g, deste modo, foi necessário aumentar a concentração da solução, para realizar o procedimento.

Este método de análise cromatográfica utilizado, não permite determinar e quantificar a presença de tocoferóis  $\alpha$  e  $\beta$  separadamente. Por isso, os resultados expressos são referentes a soma, ou seja,  $\alpha + \beta$ .

## 2.5 Determinação de ácidos graxos

A determinação da concentração de ácidos graxos, foi realizado seguindo a metodologia de Hartman e Lago (ANTONIASSI et al.,2018). Para isso, aproximadamente 50 mg do óleo de cada uma das amostras serão transferidas para tubos de 20 mL com tampa rosqueável e adicionados 4 mL de solução 0,5 mol/L de NaOH em metanol. Após isso é realizado o processo de transesterificação, depois disso, os ésteres metílicos de AG foram separados em cromatógrafo a gás.

## 2.6 Índice de estabilidade oxidativa

Para obter o índice de estabilidade oxidativa, para as amostras estudadas, foi empregado Rancimat (Methrom, Professional Rancimat 892). Nesse método, 3 g de cada amostra são colocadas no interior de um tubo de vidro que é submetido a uma temperatura constante de 120 °C. Um fluxo de ar de 20 L/h é injetado na amostra de tal forma que arrasta os compostos voláteis, produtos das reações oxidativas, para um célula contendo água e um sensor de condutividade elétrica.

Na medida em que a concentração de produtos voláteis vai se acumulando na célula, a condutividade elétrica vai aumentando até um instante de tempo no qual a condutividade tem um crescimento elevado. O intervalo de tempo entre o início do processo e o ponto no qual a condutividade aumenta drasticamente é calculado pelo programa de controle e aquisição de dados e é classificado como o índice de estabilidade oxidativa (IEO) (VELASCO; DOBARGANES,2002).

## 2.7 Viscosidade

A análise da viscosidade das amostra foram realizadas utilizando um reômetro, da marca Brookfield. modelo DV-III Ultra, acoplado a um controlador de temperatura da marca Brookfield, modelo TC-602P. Todas as amostras apresentaram um comportamento Newtoniano, de tal forma que a viscosidade dinâmica foi determinada por meio da determinação do coeficiente angular da curva entre a tensão de cisalhamento e taxa de cisalhamento (KIM et al.,2010).

## 2.8 Espectroscopia no Infravermelho



Os espectros e infravermelho foram obtidos por meio de um espectrômetro de infravermelho com transformada de Fourier (Perkin Elmer, Spectrum 400) utilizando o acessório de reflectância total atenuada. Os espectros foram obtidos na faixa de 4000 a 600  $cm^{-1}$ , com uma resolução de 4  $cm^{-1}$  por uma média de 8 acumulações.

### 3 RESULTADOS

A Tab. 1 apresenta os valores obtidos do índice de acidez, índice de iodo, tocoferóis, concentração relativa de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados, índice de estabilidade oxidativa e viscosidadecinemática.

**Tabela 1 – Valores obtidos para o índice de acidez, índice de iodo, tocoferóis, concentração relativa de ácidos graxos saturados (SAT), monoinsaturados (MI) e polinsaturados (PI), índice de estabilidade oxidativa (IEO) e viscosidade cinemática.**

Óleos %	Índice de acidez de ácido oleico	Índice de Iodo g/100g	Índice de Refração -		Tocoferóis (mg)			Perfil de ácido: graxos (%)				IEO	Viscosidade cP
			delta	alfa	Gamma	beta	SAT	MI	PI	h			
Abacate	0,8	178,9	1,47324	4,6	21,8	17,4	14	34,3	49,9	2,9	66,5		
Amendoim	0,7	188,2	1,47039	3,5	15,4	19,2	11,5	67,3	19,2	6,4	76,9		
Cártamo	3,4	166,2	1,47226	4,3	28,6	15,1	10	55,6	31,7	2,9	68,5		
gergelim	0,9	183,0	1,47276	0,2	1,9	8,7	14,8	40,6	40,9	4,7	67,7		
Linhaça marrom	2,8	212,5	1,47896	2,7	5,3	28,2	10,9	26,9	60,6	1,9	51,2		
Macadâmia	1,2	187,2	1,46970	2,2	5,1	8,3	15	69,2	13,4	6,1	74,0		
Prímula	0,2	192,1	1,47454	10,3	27,2	33,2	13,3	27,7	56,5	2,1	63,0		
Abóbora	0,4	188,7	1,47416	12,7	27,2	39,5	13,8	29,3	54,8	3,2	63,5		
Soja	0,6	161,9	1,47543	14,8	6,5	43,2	14,2	28,1	55,7	2,1	59,1		
Algodão	0,5	167,2	1,47297	6,6	26,8	31,4	20,9	24,5	52,7	4,3	66,1		
Arroz	0,3	176,7	1,47394	14,4	15,8	48,1	15,7	28,7	53,6	3,5	64,9		
Chia	1,9	201,9	1,48002	3,6	2,9	25,9	10,6	19,6	68,2	0,6	48,8		
Girassol	0,6	173,6	1,47399	8,4	27,5	24,5	12,2	34	51,8	2,5	64,5		
Linhaça dourada	0,7	216,7	1,47919	3,6	4,3	31,2	11,9	23,4	63,2	1,5	50,8		
Noz pecã	1,0	168,7	1,47742	4,0	5,5	26,7	11,4	20,3	66,4	1,3	54,0		
Canola	1,1	194,1	1,47308	2,5	2,3	11,0	10,8	57,5	30,2	1,6	67,2		
Semente de uva	0,4	165,7	1,47474	15,3	12,8	46,8	15,6	25,4	56,7	2,8	62,2		
Castanha do Pará	1,9	180,7	1,47310	4,9	28,8	14,0	17,5	39,5	40,3	1,8	64,7		

Fonte: Autoria própria (2021).

A Fig. 1 apresenta os espectros de reflectância no infravermelho, para os diferentes tipos de óleos estudados, obtidos por meio da técnicas de FTIR por reflectância total atenuada.

Os resultados obtidos dos índices de acidez (IA) expressos em teor de ácido oleico/100g de cada amostra revelam que algumas amostras estão acima do teor máximo permitido pela ANVISA de 0,3 % 1 % visto que o IA revela o estado de conservação dos óleos vegetais(OV), e este está diretamente relacionado com a natureza e qualidade da matéria-prima, com a qualidade e o grau de pureza do óleo, com o processamento e, principalmente, com as condições de conservação, nota-se que tais óleos que obterão resultados elevados, não possuem as características ideais para o consumo, pois, óleos com elevado índice de acidez podem conferir sabor e odor desagradáveis aos alimentos, assim como apresentar características químicas que podem ser nocivas à saúde.

O aumento do IA, ocorre devido a decomposição dos trigliceróis, este processo ainda pode ser acelerados quando o óleo é submetido ao aquecimento, luz, e na presença de água ou metais. Tal consequência, indica de que OV, está sofrendo quebras em sua cadeia, liberando os ácidos graxos (AG).

Já o índice de iodo (IO) é a medida da instauração que classifica OV e é utilizado como controle de alguns processamentos. Os resultados do IO baseiam-se no fato de que o iodo adiciona-se numa dupla ligação da cadeia insaturada dos ácidos graxos. O qual é expresso em número de gramas de iodo absorvido por 100 g da amostra. Quanto maior o número de duplas ligações presentes do OV, maior será o IO para a amostra analisada, por outro lado, a presença de triplas ligações podem elevar o volume gasto na titulação, fazendo com que os resultados obtidos sejam maiores que os reais.

De modo geral, os resultados obtidos nesta análise estão dentro do esperado pela literatura que entre 140 e 190 gramas de  $I_2$  por 100g de amostra, porém, algumas amostras apresentaram alto índice de iodo, isto evidencia que o grau de insaturação presente nestes OV é maior, o que indica a tendência a oxidação dos óleos, mas por outro lado, favorece a fluidez.

O índice de refração (IR), é característico para cada tipo de OV e também está relacionado com o número de ligações duplas presentes na molécula, o resultado aumenta conforme o aumento das duplas ligações e da massa

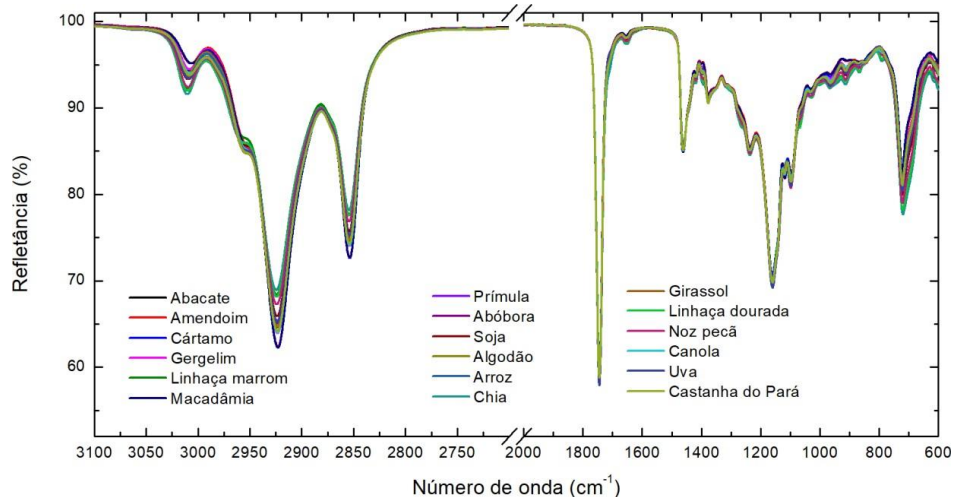
molecular dos ácidos graxos presentes na amostra analisada. Mas, também pode ser influenciado por outros fatores como: teor de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico. Os resultados adquiridos no decorrer da análise demonstraram que os OV estão dentro do que é requerido pela literatura no que diz respeito ao IR, já que tais dados devem ser apresentado entre 1,471– 1,476.

Ao verificarmos os resultados obtidos com a análise dos tocoferóis, observa-se que todos os compostos da vitamina E foram encontrados nas amostras de OV analisadas, porém o isômero  $\alpha$ -tocoferol foi o mais abundante. A presença de  $\zeta$ -tocoferol em OV, faz com que este seja considerado a principal fonte de equivalentes de  $\alpha$ -tocoferol, o qual tem a função de colaborar com o sistema antioxidante de vegetais. Além do  $\beta$ -tocoferol, é interessante destacar que os óleos vegetais também apresentaram quantidades de  $\zeta$ -tocoferol, os quais são considerados potentes antioxidantes em alimentos, o que indica a forte correlação antioxidante existente entre avitaminose E e a presença de ácidos graxos insaturados.

A oxidação ocorre quando o oxigênio atmosférico ou o oxigênio dissolvido no óleo reage com os ácidos graxos insaturados presentes na amostra, quanto maior o número de insaturações presentes na cadeia, mais reativo a reação será. Sendo assim, o principal mecanismo de oxidação nos OV, é a auto-oxidação. O índice de oxidação tem como consequência sobre a amostra de óleo vegetal a destruição das vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais, além de contribuir para que o produto tenha sabor e odor forte e desagradável. Com os resultados obtidos nas diferentes amostras de OV, pode-se considerar que os mesmos são de boa qualidade, pois os índices apresentaram-se muito abaixo do limite máximo estabelecido pela ANVISA (SANTOS et al.,2017). Ao observar a viscosidade dos OV, verifica-se que esta é uma propriedade que expressa a resistência oferecida pela substância ao escoamento sob a gravidade. Os resultados de viscosidade são influenciados pelo comprimento das cadeias de ácidos graxos, o grau de insaturação e as possibilidades de interações moleculares presentes nas amostras a serem analisadas. Sendo assim, os OV que apresentam maior quantidade de poli-insaturação tendem a apresentar resultados mais baixos em relação ao que diz respeito a viscosidade, os ácidos graxos presentes nos óleos dificultam o alinhamento das moléculas, resultando em interações intermoleculares mais fracas, o que sucede em menor viscosidade.

As diferenças que são encontradas nas amostras referentes a quantidade de ácidos graxos presentes, ocorre devido a algumas características específicas de cada amostra, como o tipo de cultivo, composição do solo e período da colheita. Os resultados obtidos para os ácidos graxos presentes nos OV analisados, podem estar diretamente relacionados com o índice de iodo, pois os óleos que mais apresentaram índice de iodo, também foram os óleos que tiveram maior resultado de ácidos graxos polinsaturado presentes na amostra.

**Figura 1 –Espectros de reflectância no infravermelho, para os diferentes tipos de óleos estudados, obtidos por meio da técnica de FTIR-ATR. Embora medida dos espectros tenha sido obtida entre 4000 a 400  $cm^{-1}$ , nessa figura, os espectros estão apresentados dentro da região de interesse, compreendida entre 3100 a 2700  $cm^{-1}$  e de 2000 a 600  $cm^{-1}$ .**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

Ao analisar os dados obtidos com os espectros realizados, verificou-se que todos os óleos apresentaram comportamentos semelhantes. Os dados obtidos revelam que as frequências com valores próximos a 2925 e



2855  $\text{cm}^{-1}$  referem-se às vibrações de C-H em  $\text{CH}^2$  e  $\text{CH}^3$ . Absorção próxima de 3010  $\text{cm}^{-1}$  pode auxiliar na classificação dos óleos ou indicar adulteração com outro óleo vegetal.

A maior banda esta entre 1750 e 1660  $\text{cm}^{-1}$ . As bandas próximas a estes números de onda são relacionadas a carbonila de éster e às ligações C=C, presentes nos ácidos graxos insaturados. Já as bandas que podem ser observadas entre 1445 – 1440  $\text{cm}^{-1}$  são características de vibração ou deformação C-H.

Na região de 1390 – 1200  $\text{cm}^{-1}$ , pode-se verificar que as bandas correspondem à deformação de vibração o grupo metileno e a vibração de deformação no plano do grupo =CH, as quais correspondem às duplas ligações cis não conjugadas. Também é possível verificar que no intervalo de 1300 – 1000  $\text{cm}^{-1}$  há bandas que são características da ligação C-O de éster presentes nos óleos vegetais.

Por fim nos comprimentos de onda entre 1200 - 600  $\text{cm}^{-1}$ , as bandas aqui visualizadas ocorrem por causa da presença do carboidrato da estrutura dos triglicerídeos que são componentes característicos dos óleos vegetais analisados neste trabalho. As bandas observadas nesta região são resultados da presença de ligações C-C, C=O e  $(\text{CH}_2)_n$  em que  $n \geq 4$ .

#### 4 CONCLUSÃO

Muitos resultados novos e interessantes foram obtidos ao longo do projeto de iniciação científica. O trabalho atingiu o objetivo de determinar as características de cada óleo, por meio das diversas técnicas empregadas. Nesse momento, estudos de correlações entre as propriedades estão em fase de estudos com o objetivo de criar um modelo de predição baseado nos espectros de infravermelho, por meio de análises multivariadas e será publicada em uma revista científica. Além disso, o tema do projeto possibilitou um amplo aprendizado sobre as mais diversas técnicas e metodologias, contribuindo com a formação científica e acadêmica.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as UTFPR que por meio de seus Programa de Iniciação Científica custeou a bolsa de estudos da aluna Viviane P. Benetti e a CEAMED-MD, pela utilização do equipamentos e instalações utilizadas no trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- ANTONIASSI R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 463–470, 2006.
- ARICETTI, J. A. **Métodos titulométricos alternativos para a avaliação da qualidade do biodiesel**. 2010. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas.
- BANSAL, V. High performance liquid chromatography: A short review. **Journal of Global Pharma Technology**, v. 2, 2010.
- FILHO, S. T. et al. Deterioração de óleos Vegetais expostos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Eletrônica em gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, p. 7–13, 2014.
- LANDERS, R. E.; RATHMANN, D. M. Vegetable oils: Effects of processing, storage and use on nutritional values. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 58, n. 3, p. 255–259, 1981.
- MARQUES, C. J. S. **Análise comparativa de azeites extra virgem de vários DOP: Caracterização reológica, físico-química e cromatográfica**. 2016. F. 153. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós graduação em controle de qualidade e toxicologia em alimentos Universidade de Lisboa, Lisboa - Portugal.
- MATTIONI, B. **Aplicação de redes neurais na formulação de gorduras para massa folhada baseada em gorduras interesterificadas de soja e algodão**. 2010. F. 160. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SHIMAMOTO G. G. AND ARICETTI, J. A.; TUBINO, M. A simple, fast, and green titrimetric method for the determination of the iodine value of vegetable oils Without Wijs solution. **Food Analytical Methods**, v. 9, n. 9, p. 2479–2483, 2016.
- <https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2021>